



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 22 221 A1 2004.03.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 22 221.5  
(22) Anmeldetag: 16.05.2002  
(43) Offenlegungstag: 04.03.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G08C 23/06  
G02B 6/26, H04B 10/22

(71) Anmelder:  
Schleifring und Apparatebau GmbH, 82256  
Fürstenfeldbruck, DE

(74) Vertreter:  
Lohr, G., Dipl.-Ing. Univ. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 82223  
Eichenau

(72) Erfinder:  
Schilling, Harry, 85072 Eichstätt, DE

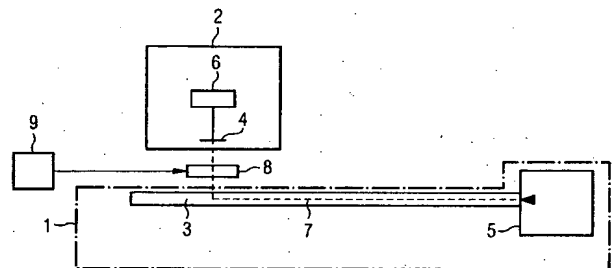
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Vorrichtung zur optischen Signalübertragung zwischen zwei gegeneinander beweglichen Einheiten

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale zwischen wenigstens zwei gegeneinander beweglichen Einheiten.

Um eine Systemdämpfung unabhängig von der relativen Position der gegeneinander beweglichen Einheiten zu erreichen, wird ein zusätzliches, einstellbares Dämpfungsglied vorgesehen.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Übertragung von Daten mittels Lichtleitern, wobei Sender und/oder Empfänger entlang eines Lichtleiters bewegt oder unterschiedlich positioniert werden können.

[0002] Derartige Vorrichtungen werden beispielsweise in einer linearen Ausführung in Krananlagen oder anderen Fördersystemen zur Datenübertragung zwischen dem beweglichen Kran und einer stationären Steuereinheit eingesetzt. Ein anderes Anwendungsgebiet dieser Datenübertragungssysteme in einer kreisförmigen Ausführung ist die Übertragung zwischen gegeneinander drehbaren Teilen wie beispielsweise in einem Computertomografen zwischen dem Rotor, welcher die Röntgenröhre sowie den Detektor trägt, und einer stationären Auswerteeinheit, welche die Bilddaten verarbeitet und anzeigt.

## Stand der Technik

[0003] Bei dem Stand der Technik entsprechenden, auf Lichtleitern basierenden Übertragungssystemen wird an einem Ende des Lichtleiters Licht eingekoppelt, welches dann durch den Lichtleiter bis zu dessen anderem Ende geführt wird und dort durch einen entsprechenden Empfänger wieder ausgewertet wird. Darauf basierend ist eine Vielzahl unterschiedlicher Varianten bekannt, welche die gleichzeitige Übertragung mehrerer Wellenlängen mittels Filtern oder auch die Übertragung zu mehreren verschiedenen Orten beispielsweise mittels Y-Kopplern ermöglichen. Derartige Systeme sind allerdings nicht geeignet, um Signale an beliebigen Positionen einer lichtleitenden Faser seitlich ein- bzw. auszukoppeln. Hierfür sind verschiedene andere Technologien bekannt.

[0004] Eine solche Vorrichtung ist in der US-Patentschrift 5,297,225 beschrieben. Hier wird durch von außen angebrachte Kerben in dem lichtleitenden Medium von außen eingekoppeltes Licht durch Reflexion in solchen Winkeln abgelenkt, dass es in dem Medium geführt werden kann. Eine solche Übertragungsvorrichtung ist sinnvoll einsetzbar, wenn eine Einkopplung an fest vorgegebenen Positionen erfolgen soll. Grundsätzlich ist es auch für die Übertragung zwischen beweglichen Einheiten einsetzbar, da die Licht ein- bzw. Auskopplung berührungslos erfolgt. Wird allerdings eine größere Bewegungstrecke gefordert, wie dies bei Krananlagen oder auch Drehübertragungssystemen großer Durchmesser der Fall ist, so ergibt sich durch die vielen Kerben entlang des lichtleitenden Mediums eine sehr hohe Dämpfung. Dadurch werden an die Dynamik des Empfängers extreme Anforderungen gestellt. Eine typische Dämpfung diese Anordnung von ca. 10 dB pro Meter überfordert bei einer Strecklänge von einigen Metern herkömmliche optische Empfänger. Somit ist

dieses Übertragungssystem bei längeren Übertragungstrecken nur mit besonders teuren und aufwändigen optischen Komponenten realisierbar.

[0005] Da die technischen Funktionsprinzipien zur Drehübertragung sowie zur linearen bzw. kurvenförmigen Übertragung dieselben sind, wird in den folgenden Ausführungen nicht weiter zwischen diesen unterschieden. Die Begriffe werden synonym verwendet. Weiterhin wird auch nicht zwischen den Begriffen Lichtwellenleiter und Lichtleiter unterschieden, da zwar bevorzugt Lichtwellenleiter in der technischen Realisierung eingesetzt werden, aber deren Funktionen in Bezug auf die Erfindung vergleichbar sind. So ist zur Übertragung beispielsweise auch ein Lichtleiter, welcher im wesentlichen durch einen Graben mit verspiegelter Oberfläche gebildet wird, geeignet. Ein solcher Lichtleiter ist in der US-Patentschrift 4,525,025 offenbart.

## Darstellung der Erfindung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Datenübertragungssystem bereitzustellen, das auch bei Übertragungsmedien mit hohen Dämpfungen nur geringe Anforderungen an die Dynamik der optischen Empfänger stellt.

[0007] Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Übertragung umfasst mindestens eine erste Einheit (1), welche einen entlang der Bahn der Bewegung angeordneten Lichtleiter (3) aufweist. Weiterhin ist mindestens eine zweite Einheit (2) vorgesehen, welche einen entlang des Lichtleiters (3) beweglichen Koppler (4) zur Ein- bzw. Auskopplung optischer Signale in bzw. aus dem Lichtleiter (3) aufweist. Die Erzeugung des Lichtes erfolgt mittels mindestens einer Lichtquelle (5). Das durch die Vorrichtung übertragene Licht wird schließlich einer Lichtsenke (6) zugeführt.

[0009] Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist unabhängig von der Übertragungsrichtung des Lichts. Daher können eine oder mehrere Lichtquellen (5) bzw. eine oder mehrere Lichtsenken (6) wahlweise der ersten Einheit oder auch der zweiten Einheit zugeordnet werden. Somit sind grundsätzlich zwei optische Pfade realisierbar.

[0010] Im ersten optischen Pfad koppelt die Lichtquelle (5) Licht in den Lichtleiter (3) der ersten Einheit (1) ein. Dieses Licht wird mit einem Koppler (4) der zweiten Einheit (2) ausgekoppelt und einer Lichtsenke (6) zugeführt. Hier können auch wahlweise mehrere Koppler (4) für weitere optische Pfade vorgesehen sein. Diese weiteren optischen Pfade sind entsprechend dem ersten optischen Pfad ausgeführt und werden daher nicht weiter ausdrücklich erwähnt, sie sollen aber als mit eingeschlossen gelten. Ebenso können auch an weiteren Enden des Lichtleiters (3) weitere Lichtquellen (5) angeordnet sein.

[0011] Der zweite optische Pfad umfasst eine Lichtquelle (5), welche mittels eines Kopplers (4) der zweiten Einheit (2) Licht in den Lichtleiter (3) der ersten Einheit (1) einkoppelt. Dieses Licht wird nun durch den Lichtleiter (3) zu mindestens einer Lichtsenke (6) geführt.

[0012] Auch in dieser von der Erfindung sind mehrere Koppler (4) einsetzbar, welche Licht von einer oder mehreren Lichtquellen (5) in den Lichtleiter einkoppeln. Da auch diese Übertragungswege entsprechend einem einfachen Übertragungsweg sind, werden diese im weiteren nicht mehr ausdrücklich erwähnt, sie sollen aber als mit eingeschlossen gelten.

[0013] Die Wirkungsmechanismen der optischen Übertragung in den unterschiedlichen optischen Pfaden sind meist gleich, jedoch für die vorliegende Erfindung nicht relevant. Daher wird zwischen den verschiedenen optischen Pfaden nicht unterschieden.

[0014] Erfindungsgemäß ist mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) in einem optischen Pfad (7) vorgesehen. Dieses optische Dämpfungsglied hält die optische Dämpfung des optischen Pfades einem vorgegebenen Toleranzbereich. Somit ist die Dämpfung des optischen Pfades zumindest weitgehend unabhängig von mechanischen Bewegungen der ersten Einheit zur zweiten Einheit. Es werden daher an die Dynamik der optischen Empfänger wesentlich geringere Anforderungen gestellt.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist somit gegenüber dem Stand der Technik in allen Betriebszuständen eine höhere aber konstante Durchgangsdämpfung auf.

[0016] Selbstverständlich können für verschiedene Signalpfade verschiedene Dämpfungsglieder, wahlweise auch mit unterschiedlichen Dämpfungen vorgesehen werden. So ist beispielsweise im Falle der Übertragung mit unterschiedlichen Wellenlängen jeweils eine Dämpfung entsprechend den optimalen Übertragungseigenschaften dieser Wellenlänge realisierbar.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist ein variables optisches Dämpfungsglied (8) vorgesehen, welches die optische Dämpfung des optischen Pfades auf einem vorgegebenen konstanten Wert hält.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine Steuereinheit (9) vorgesehen, welche das optische Dämpfungsglied (8) derart einstellt, dass die optische Dämpfung des optischen Pfades (7) in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt. Durch den Einsatz einer solchen Steuereinheit sind auch aktive bzw. steuerbare optische Dämpfungsglieder einsetzbar.

[0019] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mindestens eine Lichtquelle (5) Mittel zur elektrischen Steuerung der von ihr abgegebenen optischen Leistung aufweist. Diese werden mittels einer Steuereinheit (9) derart angesteuert, dass die optische Leistung am Eingang der Lichtsenke (6) des zugeordneten optischen Pfades in einem vorgegebenen

Toleranzbereich liegt. Vorzugsweise liegt die optische Leistung auf einem konstanten Wert.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Lichtsenke (6) als Wandler optischer Signale in elektrische Signale ausgelegt. Diese weist weiterhin Mittel zur elektrischen Steuerung der elektrischen Empfindlichkeit bzw. Verstärkung auf und wird mittels einer Steuereinheit (9) derart angesteuert, dass die elektrische Signalamplitude in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt. Vorzugsweise liegt die Signalamplitude auf einem konstanten Wert.

[0021] Eine dieser Erfindung zugrunde liegende Steuereinheit kann mechanisch, beispielsweise als Zahnradgetriebe, oder auch pneumatisch, bevorzugt aber elektrisch bzw. elektronisch ausgeführt werden.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) als optisch aktives Medium ausgeführt. Ein solches optische aktives Medium ändert entsprechend der einfallenden Lichtintensität seine Dämpfung. Dabei wird bei hoher Lichtintensität eine hohe Dämpfung und bei niedriger Lichtintensität eine niedrige Dämpfung erzielt.

[0023] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied als Blende, wie sie beispielsweise bei Kameraobjektiven eingesetzt wird, ausgeführt. Derartige Blenden sind einfach und Kostengünstig herstellbar. Eine Vielzahl unterschiedlicher Steuerorgane sind fertig entwickelt auf dem Markt verfügbar.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein optisches Dämpfungsglied (8) als Graukeil realisiert. Der Graukeil wird entsprechend der benötigten Dämpfung in den Strahlengang eingebracht. Dies kann beispielsweise mit einer linearen oder rotierenden mechanischen Bewegung realisiert sein. Ebenso sind hier Mikromechanischen Elemente einsetzbar.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) als doppelbrechendes Element realisiert ist. Derartige Doppelbrechende Elemente können beispielsweise LCDs (Liquid Crystal Displays) sein. Die Dämpfung kann hier durch Absorption, Ablenkung oder Polarisation des Lichtes erfolgen.

[0026] Weitere Möglichkeiten zur Realisation von veränderbaren Dämpfungsgliedern bestehen im Einsatz von steuerbaren Streuzentren, welche z.B. auf photorefraktiven oder photoadressierbaren Materialien oder auch auf Materialien, welche durch äußere Felder veränderbare Materialeigenschaften aufweisen, basieren. Ebenso können Materialien mit steuerbarem Brechungsindex oder Materialien mit steuerbarer Transmission eingesetzt werden. Derartige Materialien können beispielsweise photorefraktiv oder photoadressierbar sein oder auch durch äußere Felder bzw. Energiezufuhr veränderbare Materialeigenschaften aufweisen. Die Steuerung der Dämpfung

fung kann beispielsweise durch Variation von äußeren elektromagnetischen Feldern erfolgen.

[0027] Die hier beschriebenen Materialien können in einer getrennten Dämpfungseinrichtung oder auch in den Lichtleiter selbst zur Dämpfung integriert sein. Besonders vorteilhaft ist das Anbringen der Dämpfungselemente in oder an der Grenzschicht der Faser. Hierzu werden in den Faserkern oder an den Grenzflächen zum Mantel Partikel eingebracht, die sich von außen z. B. durch elektromagnetischen Wellen in ihren Eigenschaften wie Brechungsindex oder Transmission steuern lassen.

[0028] Auch durch das Anbringen eines steuerbaren Gitters an der Fasergrenzschicht kann die Dämpfung der Faser gesteuert werden.

[0029] Die Partikel oder Gitter können über die ganze Faser verteilt oder wahlweise an bestimmten, diskreten Stellen angeordnet sein.

[0030] Grundsätzlich kann bei allen hier vorgestellten Ausführungsformen neben einer kontinuierlich einstellbaren Dämpfung auch eine in vorgegebenen Stufen einstellbare Dämpfung vorgesehen werden. Dies kann beispielsweise durch in Stufen schaltbares Dämpfungsglied erreicht werden.

[0031] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuereinheit zur Steuerung abhängig von der relativen Position der ersten Einheit gegenüber der zweiten Einheit ausgelegt. Bei den meisten bekannten Übertragungsstrecken ist die Dämpfung ausschließlich abhängig von dem relativen Abstand der ersten und zweiten Einheit. Diese Dämpfung als Funktion des Abstandes kann nun Messtechnisch oder rechnerisch ermittelt werden und zur Steuerung herangezogen werden. Zur Erfassung der Position kann beispielsweise ein Positionencodier oder Winkelencodier eingesetzt werden.

[0032] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Steuereinheit durch eine Rückkopplung in eine Regelschleife zur Regelung der Ausgangsgröße eingebunden ist. Durch die Ausgestaltung zur Regelschleife kann eine konstante Übertragungscharakteristiken der ganzen Übertragungsstrecke auch unabhängig von anderen Parametern wie Temperatur, Alterung etc. erreicht werden.

[0033] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuereinheit (9) als mechanische Einheit ausgebildet. Dies kann beispielsweise ein Zahnradgetriebe sein. So kann beispielsweise im Falle eines Computertomografens ein auf einer rotierenden Scheibe angeordneter Graukeil mittels eines Zahnradgetriebes synchron zu Bewegung des Rotors bewegt werden.

#### Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben.

[0035] Fig. 1 zeigt in allgemeiner Form schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0036] Eine erste Einheit (1) weist hier beispielhaft einen linear angeordneten Lichtleiter (3) auf. Entlang diesem Lichtleiter beweglich ist die zweite Einheit (2) angeordnet. Zu optischen Signalübertragung umfasst die erste Einheit (1) eine Lichtquelle (5), welche optische Signale in den Lichtleiter (3) einkoppelt. Diese werden entlang des Lichtleiters (3) geführt und an der Position der zweiten Einheit (2) in diese ausgekoppelt. Die Auskopplung erfolgt mittels eines Kopplers (4), welcher das ausgekoppelte Licht in eine Lichtsenke (6) überträgt. Dieser optische Pfad von der Lichtquelle (5) zur Lichtsenke (6) ist als punktierte Linie (7) dargestellt. Weiterhin ist in dem optischen Pfad ein variables optisches Dämpfungsglied (8) vorgesehen, welches die Dämpfung des gesamten optischen Pfades auf einem konstanten Wert bzw. in einem vorgegebenen Toleranzbereich hält. Das variable Dämpfungsglied kann wahlweise der ersten Einheit oder auch der zweiten Einheit zugeordnet sein. Zur Steuerung des Dämpfungsgliedes ist eine Steuereinheit (9) vorgesehen, welche dem Dämpfungsglied die notwendige Dämpfungseinstellung signalisiert.

#### Bezugszeichenliste

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | Erste Einheit            |
| 2 | Zweite Einheit           |
| 3 | Lichtleiter              |
| 4 | Koppler                  |
| 5 | Lichtquelle              |
| 6 | Lichtsenke               |
| 7 | optischer Pfad           |
| 8 | optisches Dämpfungsglied |
| 9 | Steuereinheit            |

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale zwischen wenigstens zwei gegeneinander beweglichen Einheiten, umfassend

– eine erste Einheit (1), welche einen entlang der Bahn der Bewegung angeordneten Lichtleiter (3) aufweist und

– eine zweite Einheit (2), welche einen entlang des Lichtleiters (3) beweglichen Koppler (4) zur Ein- bzw. Auskopplung optischer Signale in bzw. aus dem Lichtleiter (3) aufweist, sowie

– mindestens eine Lichtquelle (5) und

– mindestens eine Lichtsenke (6),

– mindestens ein optischer Pfad (7) zwischen einer Lichtquelle (5) und einer Lichtsenke (6), wobei Lichtquelle(n) bzw. Lichtsenke(n) wahlweise der ersten Einheit bzw. zweiten Einheit zugeordnet sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) in einem optischen Pfad (7) vorgesehen ist, wel-

ches die optische Dämpfung des optischen Pfades (7) in einem vorgegebenen Toleranzbereich hält.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) in einem optischen Pfad (7) vorgesehen ist, welches die optische Dämpfung des optischen Pfades (7) auf einem vorgegebenen konstanten Wert hält.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (9) vorgesehen ist, welche das optische Dämpfungsglied (8) derart einstellt, dass die optische Dämpfung des optischen Pfades (7) in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt.

4. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Lichtquelle (5) Mittel zur elektrischen Steuerung der abgegebenen optischen Leistung aufweist und eine Steuereinheit (9) vorgesehen ist, welche die optische Leistung der Lichtquelle derart steuert, dass die optische Leistung am Eingang der Lichtsenke (6) des zugeordneten optischen Pfades in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Lichtsenke (6) als Wandler optischer Signale in elektrische Signale ausgelegt ist und Mittel zur elektrischen Steuerung der elektrischen Empfindlichkeit bzw. Verstärkung aufweist und weiterhin eine Steuereinheit (9) vorgesehen ist, welche die elektrische Empfindlichkeit bzw. Verstärkung der Lichtsenke derart steuert, dass die elektrische Signalamplitude in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) als optisch aktives Medium ausgeführt ist, welches entsprechend der einfallenden Lichtintensität seine Dämpfung ändert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) als optische Blende, wie sie beispielsweise bei Kameraobjektiven eingesetzt wird, ausgeführt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) als Graukeil, welcher entsprechend der benötigten Dämpfung in den Strahlengang eingebracht wird, realisiert ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein variables optisches Dämpfungsglied (8) als doppelbrechendes Element, beispielsweise als LCD, realisiert ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit zur Steuerung abhängig von der relativen Position der ersten Einheit gegenüber der zweiten Einheit ausgelegt ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit durch eine Rückkopplung in eine Regelschleife zur Regelung der Ausgangsgröße eingebunden ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ein mechanisches Getriebe aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

